

**Limpieza de suelos contaminados con compuestos organoclorados acumulados a través de
los años de uso de plaguicidas con alta persistencia**

Beatriz Sánchez Portillo

Departamento de Economía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Proyecto Final de Grado

Prof. Jorge Antonio Girón Mendieta

22 de mayo de 2021

Dedicatoria

Cuando eres pequeño y ves todo el camino que tienes por recorrer, quisieras tener poderes para que el tiempo pase rápido y poder estar seguro de que triunfas, y es que de pequeños no vemos como posibilidad el fracaso y así creces; luego, inicias el pregrado y sueñas con ese instante recibiendo el diploma, pero cuando estas terminando ves atrás todos esos momentos que anhelabas vivir y entonces te das cuenta de lo bonito que ha sido no llegar corriendo sino aprendiendo, con amigos, con tutores y con dos pequeños en casa que también invirtieron su tiempo y espacios para que una mamá pueda ser una mamá Ingeniera, y a mi amor, mi Luis Rafael que a pesar de no recibir este título hoy también sabe de Ingeniería Ambiental.

También a Clara Inés Muñoz España que es y será siempre mi ejemplo a seguir, así como mis dos hermanos Beder Andrés y José Rodolfo, y a quien hizo posible que esté aquí, mi madre María Estefa Portillo.

Agradecimientos

Este A un ángel especial, Sally, mi animal de compañía, que en las noches en vela de largos trabajos estuvo brindando calor y compañía.

“La vida es solo una enfermedad terminal”

Resumen

La contaminación agrícola a nivel mundial hace parte de los factores que influyeron el ingreso a la nueva era denominada Antropoceno, la cual es de origen antrópico y es una incesante contaminación del suelo. En Colombia, se controlan los cultivos aplicándoles productos plaguicidas con compuestos organoclorados en forma de suspensión coloidal, estos están compuestos de materia activa que es el principal agente efectivo que combate las plagas o patógenos que agreden los individuos dentro de los cultivos, desde el momento de la siembra, (semilla o plántula) desarrollo de follaje, florecimiento y más aún durante el desarrollo del fruto y/o maduración de la cosecha; también tiene disolventes, aditivos, estabilizantes, dispersantes, adherentes y tenso activos, permitiendo que la materia activa logre su fin cumpliendo su función favoreciendo la mezcla, logrando aumentar la capacidad de adherencia del compuesto químico al individuo (planta), aplazando la degradación en el medio ambiente del plaguicida evitando que se presente la sedimentación, entre otras; pero a partir de estas cualidades que le permiten al químico lograr cumplir su objetivo, estos componentes al ser una sustancia plaguicida y tener esta condición de fijación tendrá unos efectos nocivos sobre la micro biota, así como los tiene sobre los agentes que actúa (plagas) y su insistente uso lleva a la acumulación de los compuestos en los diferentes entornos naturales que conforman el medio ambiente y nos brindan los servicios necesarios para nuestra supervivencia, obteniendo como resultado final que el hombre ingiera a través de alimentos cultivados o producidos en estos terrenos los componentes químicos anteriormente mencionados generando problemas de salud; esta investigación considera la mejor forma de realizar una descontaminación directa al suelo y también económica buscando así exponer un método que contempla mejorar la calidad de vida de las personas que consumen productos cultivados en los campos colombianos.

Palabras claves: descontaminación, enfermedades, organoclorados, plaguicidas sintéticos, salud, suelo, vida.

Abstract

La Agricultural contamination worldwide is one of the factors that influenced the entry into the new era known as the Anthropocene, which is of anthropogenic origin and is an incessant soil contamination. In Colombia, crops are controlled by applying pesticides with organochlorine compounds in the form of colloidal suspension, these are composed of active matter which is the main effective agent that combats pests or pathogens that attack individuals within crops, from the time of planting (seed or seedling), foliage development, flowering and even more during the development of the fruit and / or ripening of the harvest; It also has solvents, additives, stabilizers, dispersants, adherents and surfactants, allowing the active material to achieve its purpose by fulfilling its function favoring the mixture, increasing the capacity of adherence of the chemical compound to the individual (plant), postponing the degradation of the pesticide in the environment, avoiding sedimentation, among others; but from these qualities that allow the chemical to achieve its objective, these components to be a pesticide substance and have this condition of fixation will have harmful effects on the microbiota, as well as it has on the agents that acts (pests) and its insistent use leads to the accumulation of compounds in the different natural environments that make up the environment and provide us with the services necessary for our survival, obtaining as a final result that man ingests through food grown or produced in these lands the chemical components mentioned above generating health problems; this research considers the best way to carry out a direct and economical decontamination of the soil, thus seeking to expose a method that aims to improve the quality of life of people who consume products cultivated in Colombian fields.

Keywords: decontamination, diseases, organochlorines, synthetic pesticides, health, soil, life.

Tabla de contenido

Limpieza de suelos contaminados con compuestos organoclorados acumulados a través de los años de uso de plaguicidas con alta persistencia	1
Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	6
Introducción	10
Problema	11
Descripción del Problema	12
Planteamiento del Problema	14
Sistematización del Problema	18
Justificación	20
Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivo Específicos	22
Marco Teórico	23
Introducción al Marco Teórico	23
Antecedentes de los Plaguicidas Organoclorados	23
Antecedentes de los Plaguicidas Organoclorados en Colombia	26

	8
Investigaciones Contemporáneas	29
Objetivo 1. Necesidad de Limpieza	31
Marco Normativo	34
Caracterización de los plaguicidas organoclorados - DDT	34
Actividades de reducción, prevención y mitigación de contaminación al suelo	40
Métodos para la descontaminación de suelos	40
Objetivo 2: Propuesta de implementación para descontaminación del suelo	45
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Referencias	54

Listas de figuras

Figura 1.	13
Figura 2.	16
Figura 3.	17
Figura 4.	29
Figura 5.	37
Figura 6.	38
Figura 7.	40
Figura 8.	48

Introducción

Esta monografía considera la contaminación del suelo como una de las tantas razones por las cuales nuestro medio ambiente está en una condición crítica (contaminación atmosférica, aditiva y acuática) perjudicándonos no solamente por las vías respiratorias y dérmica sino por vía oral, todo lo que consumimos aun cuando es de origen natural posee compuestos sintéticos y estos tienen capacidad de acumulación debido a su baja solubilidad y la incapacidad de nuestro cuerpo de expulsar el total de estos.

En este trabajo expongo las razones por las que es necesario implementar métodos de descontaminación de compuestos sintéticos provenientes de los plaguicidas aplicados en suelos cultivados en el territorio colombiano desde 1940 en adelante, suelos que se han visto afectados por el uso constante y reiterativo de productos como el DDT (dicloro difenil tricloroetano) que contiene Compuestos Organoclorados que solo se quedan en el ambiente y se transfieren de unos organismos a otros cuando no se presenta la bioacumulación por cuerpos con sistemas incapaces de excretarlos.

Aquí encontrarás como la historia agrícola está dejando huellas casi imborrables en el medio ambiente, pero que, si la sociedad en verdad considera su calidad vida, puede iniciar acciones que dentro de poco podríamos ver resultados.

Esta investigación solo es mi forma de decirles que sí, nos estamos afectando, pero también de recordarles que se puede reparar.

Problema

Nuestro estilo de vida hoy no nos permite ingerir alimentos sanos aun cuando este concepto nos lleva a pensar en que comer verduras, frutas y derivados de animales es alimentarse bien, al exponer esta investigación se evidencia el conflicto en el que algún día me encontré, entonces realicé mi trabajo comprobando que lo que ingerimos a diario y reconocemos como una dieta sana y balanceada nos está trayendo como consecuencia enfermedades diversas, alteraciones y mutaciones.

Muchos colombianos hoy cuentan con su “pedacito” de tierra en el cual cultivan y cosechan alimentos básicos de su canasta (plátano, frijol, tomate, naranja, cebolla, lechuga, pasifloras, etc.,) aquellos que no son productores de un solo producto han dedicado su tierra a la siembra de alimentos para consumo propio y cuidan de dichas plantas y árboles de forma tal que evitan el uso de plaguicidas lo más posibles buscando consumir alimentos más sanos que no tengan exposición a químicos, de igual forma en las ciudades se procura por tener una dietas balanceadas, sanas y libres de agentes químicos o productos de tal tipo, entonces en vez de usar azúcar se usa panela como endulzante, huevo como principal proteína, lenteja supliendo en ocasiones la carne, la soya o almendra evitando los lácteos de origen animal, y así, hay un sin número de productos que “sustituyen” otros, evitando los malos hábitos de consumo y promoviendo una alimentación más sana. Y si les dijeran que esta dieta tan rica en productos naturales, al contrario de todo lo que hemos pensado, solo empeora y disminuye a diario nuestra calidad de vida, y en cada porción de fruta, de vegetales, de carnes o lácteos y su reiterada ingesta, perjudican nuestro cuerpo, que se esfuerza por expulsar lo malo, pero nosotros insistimos en consumir lo que no se debe.

Descripción del Problema

“A partir de la segunda mitad del decenio de 1940 hasta alrededor de 1965, los insecticidas organoclorados tuvieron un gran uso en el control de insectos en la agricultura y en las campañas contra la malaria” (Herrera Rojas & Polanco Rodriguez, 1995). En Colombia entre los años 1950 y 1967 fueron usados sin restricciones o indicaciones estos insecticidas con compuestos organoclorados como el DDT, (Fernicola, 1985) para el control de plagas en cultivos de arroz, cebada, caña, sorgo, algodón, banano, papa y maíz , además de la ganadería y luego también en los hogares campesinos como insecticida doméstico, esto llevo a que se presentaran problemas de salud en las poblaciones rurales desencadenando por ejemplo: la inhibición de la colinesterasa enzima que regula el sistema nervioso; en donde, las personas duplicaron su exposición al tener contacto en la zona de trabajo y luego en casa cuando lo usaban como insecticida en el domicilio, esta situación se salió de control debido a la “eficiencia” del plaguicida con lo que los agricultores aumentaron la adquisición y uso del mismo y como consecuencia quedaron bodegas y entierros llenos de envases que en su momento no tenían una disposición adecuada y fueron dispuestos en cárcavas o a la intemperie y que tiempo después fueron usados como almacenamiento de agua lluvia para diferentes usos domésticos (MINAMBIENTE, 2006). No hay una fuente que nos indique la cantidad de estos compuestos que fueron utilizados en el país ni tampoco podríamos acercarnos a las extensiones de tierra “cultivos” en los que se usaron y aunque fue por el año 2000 que se regulo la oferta de estos plaguicidas fue tan desmedido el uso que hoy desde ese entonces ya las consecuencias eran evidentes, contaminación de suelos, de la cual aún hoy el Estado no toma conciencia. El mercado mundial ofrece una infinidad de plaguicidas; entre los más comunes se encuentran los carbamatos, organofosforados, organomercuriales, derivados del cloronitrofenol, derivados cumarínicos, derivados del ácido

fenoxiacético, tiocarbamatos, derivados del bupiridilo, organoclorados y piretroides. (Miranda, 2015)

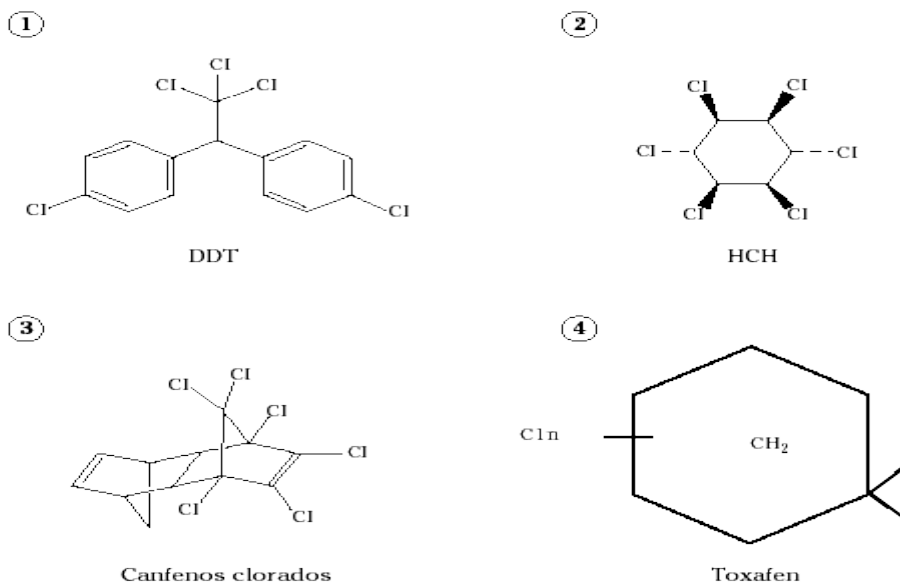
“Los insecticidas organoclorados (O-C) son compuestos aryl, carbocíclicos o heterocíclicos de peso molecular entre 291 y 545 que actúan como insecticidas de ingestión y de contacto.

Se clasifican en 4 grupos:

1. Derivados del clorobenzeno: DDT, metoxicloro.
2. Derivados de ciclohexano ($C_6H_6Cl_6$): HCH, lindano.
3. Ciclodienos o derivados del indano: aldrín, dieldrín, clordano, heptaclor.
4. Canfenos clorados: clordecona, toxafén.” (Hayes, 1991).

Figura 1.

Estructura de los insecticidas organoclorados



Nota. Adaptado de *Inseticidas organoclorados* (p. 120), por Hayes, W J, 1991, Lawes

ER.

El comportamiento del DDT en los cuerpos de agua es de acuerdo al medio en el que este, llega a lagos, lagunas, acuíferos, ríos y mares principalmente por escorrentía, precipitaciones tanto húmedas como secas, derrames accidentales o aplicación directa.

Tiene un porcentaje más alto de desaparecer dentro del agua, pero también depende de los factores que lo rodeen según (Deogracias Ortiz, Yañez Y., & Diaz Barriga, 2001) “La biodegradación en condiciones anaeróbicas puede ser muy importante. Por ejemplo, en muestras de lagos con alto contenido de plancton, un 95% del DDT sufrió transformación, en tanto, en muestras de río no ocurrió degradación alguna en dos meses” También sugiere que el DDT muestra capacidad de sedimentación inmediata en el agua, volatilidad y fotólisis, pero un porcentaje muy bajo de biodegradación y aun cuando esta se llegare a presentar no significa que se presente detoxificación.

Planteamiento del Problema

Las sustancias cloradas hoy son objeto de rechazo por la comunidad ambientalista ya que son generadores de graves daños al ser utilizadas en la agricultura. Su baja biodegradabilidad genera en el ambiente años de toxicidad, la baja solubilidad y fácil acumulación generan en los diferentes seres vivos diferentes tipos de daños de acuerdo a su grado de toxicidad y acumulación cambiando las capacidades físicas en tanto a la reproducción, crecimiento y desarrollo motriz en el hombre u animales y plantas.

Dentro del estudio realizado de Plaguicidas en el hombre se reflejan los resultados hallados por Hayes en su libro Chlorinated hydrocarbons insecticides en el cual indica que “Las dosis tóxicas agudas de estos compuestos son muy variables y los informes de intoxicaciones humanas agudas son limitados... Las dosis tóxicas humanas son muy variables: DDT 5 g; metoxiclor 5 g; clordano 40 mg; aldrin > 15 mg; HCH 20 g” (Hayes, 1991) de acuerdo al estado

físico, edad y otros factores que pueden permitir una tolerancia más alta o baja según sea el caso, pero que igual deja otros efectos cuando no es letal.

Pese a que la sociedad es consciente de la degradación ambiental que se presenta debido el insistente uso de plaguicidas con compuestos sintéticos, y hoy, éste conocimiento está causando que las personas intenten consumir alimentos de procedencia certificada como Orgánico, señalado por la FAO como “aquellos que se producen, almacenan, elaboran, manipulan y comercializan de conformidad con especificaciones técnicas precisas (normas), y cuya certificación de productos "orgánicos" corre a cargo de un organismo especializado.la etiqueta de calidad orgánica se aplica al proceso de producción, y garantiza que el producto se ha creado y elaborado en forma que no perjudique al medio ambiente. Esta etiqueta respalda, pues, un proceso de producción, a diferencia de la certificación de calidad.” (FAO, 2021)

El arroz es un producto básico en nuestra canasta familiar, a pesar de que no es originario, hoy es parte de la cultura diaria de nuestro consumo; este cereal como lo menciona Fernícola, también se ha visto afectado por el uso de plaguicidas con compuestos organoclorados pues según el estudio realizado por Varona, y otros, se demostró la presencia de DDT en una de las quebradas de las que se tomaron muestras en El Guamo, El Espinal y Purificación en el departamento del Tolima, Colombia, denominada Cauca, la cual hace parte del sistema de riego para los campos de producción de arroz (Varona, y otros, 2016).

El arroz es un producto tan importante, que según FEDEARROZ en 2019 el consumo Per cápita total entre urbano y rural fue de 42,90 kg (FEDEARROZ, 2019) siendo fundamental en al menos una comida diaria, y es en productos como este, que se puede entender ¿por qué lo convencional sigue teniendo un alto consumo comparado a los productos orgánicos?, pero ello depende de la adquisición económica, ya que un producto orgánico puede costar hasta un 400%

más, como sucede con el arroz blanco; un kilo de Arroz de primera al Consumidor en Colombia, según FEDEARROZ (FEDEARROZ, 2020) en el año anterior tuvo un costo promedio de acuerdo a la imagen No.2 (precio promedio mensual arroz de primera) de \$3.532 comparado al arroz blanco certificado como lo es Blanquita Orgánico, que en el mes de diciembre del 2020 presenta un precio de \$18.295 como se aprecia en la imagen No. 3 imagen de tienda virtual de productos orgánicos – arroz de primera , el precio se consulta a través del portal <https://www.escarola.co/> es un tienda virtual de producto orgánicos que distribuye a nivel nacional y verifica la certificación de sus proveedores garantizando de esta forma los productos ofertados.

Figura 2.

Precio promedio mensual 2020 - Arroz de primera

PRECIO PROMEDIO MENSUAL ARROZ DE 1RA AL CONSUMIDOR EN COLOMBIA PESOS / KILO 2020 - 2021	
Mes	2020
Enero	3,416.00
Febrero	3,627.00
Marzo	3,750.50
Abril	3,909.60
Mayo	3,892.75
Junio	3,826.00
Julio	3,583.60
Agosto	3,378.25
Septiembre	3,297.40
Octubre	3,265.25
Noviembre	3,225.25
Diciembre	3,206.40

Fuente: Seccionales de Fedearroz. Actualizado: 2021-01-04

Nota. Adaptado de FEDEARROZ [Fotografía], por Federación Nacional de Arroceros, 2021, (<http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>).

Figura 3.

Tienda virtual de productos orgánicos – Arroz de Primera



Nota. Adaptado de Escarola [Fotografía], por Escarola Alimentación consciente, 2020, (<https://www.escarola.co/producto/arroz-organico-blanco-1000-gramos/>).

Esto sucede en cualquier tipo de alimento, lo que implica una de las principales razones por las cuales comer saludable hoy es muy poco usual y hace parecer que exigir alimentos saludables parezca utópico, y es que los productores agropecuarios no están recibiendo educación sobre otras formas de cuidar sus cultivos y realmente desconocen las consecuencias de seguir usando insumos agrícolas de síntesis química. El Estado prefiere ignorar el hecho de que los agroquímicos de origen sintético son perjudiciales y bajo la normativa opta por darle la responsabilidad total al productor, pero, ¿quién permite la distribución?

La responsabilidad social y ambiental por parte de los productores de agroquímicos no está establecida y hoy tras 70 años de uso del DDT y demás productos organoclorados, después de haberse comprobado una y otra vez los daños que causa este producto, no se han encontrado campañas de reparación y mucho menos de descontaminación del suelo, de los cuerpos de agua y de las personas que hoy sufren en su organismo los efectos tóxicos del recurrente uso del mismo, tampoco han sido reparadas y, ¿será que algún día nos dirán que en nuestro organismo, así como

en el suelo existe acumulación de compuestos organoclorados?, debido al consumo de alimentos vegetales y animales que sufrieron y sufren contaminación directa por la aplicación en los cultivos desde 1940. ¿Qué nuestros suelos son esponjas que retienen año tras año, cultivo tras cultivo y aplicación tras aplicación todo lo malo a lo que son expuestos? y ¿qué tienen una vida útil? pero más que eso es que la regeneración de un suelo es un proceso demasiado lento, pero se ralentiza más con compuestos sintéticos dentro de sí.

Sistematización del Problema

En diferentes regiones del país se usó el DDT durante varias décadas. Este insecticida se creó 1874, pero la aplicación del mismo se dio a partir de 1939, con lo que se combatió la plaga de polilla en la lana, el piojo del tifus durante la Segunda guerra y se usó para seguir combatiendo plagas de diferente tipo de invertebrados artrópodos que han afectado diferentes regiones del mundo evitando de esta forma la propagación y la conformación de pandemias (Fernández, 1988). La revolución verde o agroecológica inicio en la década de los 40, con base en la creciente población mundial se hizo necesaria la producción a gran escala de cultivos para poder abastecer y sostener las diferentes industrias, además de los productos que son consumidos sin procesar ya que al aumentar la población aumenta la demanda de todo, esta precipitada necesidad de abastecimiento y descubrimientos de diferentes compuestos químicos llevo a las industrias a proponer el uso de químicos en el agro y aunque esto ya se había practicado desde muchos años antes de Cristo, en la literatura romana y griega se cuenta de elementos como el azufre y arsénico para combatir o disminuir la proliferación de las plagas en los cultivos, lo que hacía parecer poco descabellado el uso de nuevos compuestos, o de químicos enfocados a combatir las plagas y mejorar la producción y rendimiento de las plantaciones (OMS, 1992)

En este documento se evidencia la necesidad de realizar descontaminación al suelo de los plaguicidas sintéticos que se han usado en los diferentes cultivos especialmente del DDT o aquellos con compuestos organoclorados.

Justificación

La sociedad hoy enfrenta una serie de dificultades creadas por las actividades que se practican a lo largo de las generaciones, las consecuencias de estas han obligado al hombre a realizar una retrospectiva de sus acciones con miras a corregir los resultados que hoy vemos por la invasión desbocada a la naturaleza con una diversidad de compuestos químicos creados a partir del descubrimiento del petróleo y sus derivados, además de compuestos radioactivos y las actividades que generan una oferta exagerada de productos como el dióxido de carbono, esencial para la realización del proceso biológico de las plantas para llevar a cabo su proceso de fotosíntesis (generación de alimento) cumpliendo con el servicio al hombre de crear el oxígeno.

La actividad agrícola es la causa del asentamiento del hombre y los momentos que las comunidades de distintos lugares han vivido a través de la historia y la evolución de esta actividad han generado necesidades de aumentar la actividad antrópica en el proceso de producción de alimentos, es decir, las plagas, las actividades meteorológicas extremas, las guerras y la sobrepoblación, han dejado ver en el hombre su capacidad de encontrar soluciones por medio de la química, creando compuestos y mejorando elementos existentes para aumentar la cantidad, la calidad, acelerar los tiempos de cosecha y aumentando la resistencia de las plantas cultivadas para asegurar la producción. Durante este proceso de “evolución” el hombre a través de la ciencia no tuvo en cuenta la naturaleza y sus repuestas hacia los diferentes factores que presenta, sino que busco solucionar el problema “personal”, y es allí donde inicia el desequilibrio ecológico que hoy vemos, los plaguicidas, herbicidas e insecticidas han dejado su rastro también en nuestra sociedad, razón de ello hoy, es la alta demanda de fertilizantes para los cultivos generada por el uso excesivo de los compuestos anteriores para combatir y obtener productos “sanos, de mayor calidad y mejor presentación”

Los estándares que se han venido manejando sobre la calidad de los productos, asociando las características externas como referencia primando la apariencia, los colores, la textura y la forma, dejando en segundo plano el valor nutritivo y por último la seguridad en la que se contemplan factores como la contaminación que está sufriendo y reteniendo el alimento para poder tener las características externas solicitadas; paradójicamente es hoy una de las razones principales por las cuales inicio la revolución del siglo XXI, conocida como productos orgánicos, esta propuesta, está echando abajo este concepto, pues se ha demostrado que esos productos perjudican la salud del ser humano y de los animales, y que mientras más químicos se utilicen en los cultivos y los productos, se ha ido reduciendo nuestra calidad de vida.

Objetivos

Objetivo General

Demostrar la importancia del suelo y nuestra dependencia absoluta del mismo, para tener una vida sana y un ambiente limpio de acuerdo al uso que se le da y todo aquello que le aportamos para beneficiarnos de este.

Objetivo Específicos

Exponer la necesidad de limpieza de los suelos contaminados afectados por los compuestos químicos acumulados a través de los años de uso y la aplicación de plaguicidas en los diferentes cultivos de la región, obteniendo un suelo limpio y que de alimentos libres de compuestos organoclorados.

Proponer un método de descontaminación para suelos afectados por compuestos organoclorados con el método de Extracción con Fluidos Supercríticos (EFS) obteniendo alimentos libres de rastros químicos.

Marco Teórico

Introducción al Marco Teórico

A continuación, usted podrá encontrar el origen y recorrido que han tenido el uso de los plaguicidas organoclorados desde la comercialización hasta la prohibición de los mismos, los estudios que han llevado a proponer una residualidad máxima en los alimentos exigir el desuso de muchas sustancias, la presencia y persistencia de las mismas durante largo tiempo y la transferencia en la cadena trófica hasta la bioacumulación en las personas.

También encontrará de forma breve diferentes métodos aplicados para la descontaminación de suelos y la prevención de la contaminación y un método elegido propuesto para descontaminar suelos.

Antecedentes de los Plaguicidas Organoclorados

En la década de los 40 inicia una revolución agrícola que busca mejorar y magnificar la cosecha y producción con compuestos sintéticos logrando incrementar la cantidad de productos, en especial, los de tipo exportación que deben cumplir estándares de calidad, percepción de frescura y vida de los mismo para poder llegar a sus destinos con una apariencia muy fresca, además de las cantidades por supuesto, todo esto ha tenido y tiene un “costo” para con el medio ambiente, desde el suelo, los diferentes cuerpos de agua quietos y con movimiento, la atmósfera y los seres vivos; todos hoy presentan acumulación dentro de sí de residuos de plaguicidas sintéticos.

Origen de contaminantes en el suelo por fuente antropogénica

- Derrame de sustancias tóxicas
- Vertederos de desechos industriales
- Vertederos de desechos domésticos

- Aguas residuales domésticas
- Aguas residuales industriales
- Agroquímicos
- Entierros de desechos tóxicos
- Lluvia ácida

Hoy día la generación de contaminantes impacta de forma directa e indirecta tanto en el aire, el agua y el suelo, ello hace más difícil la descontaminación del mismo, pero teniendo en cuenta que las formas directas de contaminación tienen un impacto negativo más alto en un periodo de tiempo más corto, es importante iniciar con la reducción de aquellas fuentes.

La gama de plaguicidas en el mundo y en nuestra región es muy amplia, se pueden clasificar de acuerdo a la composición, cada una de estas está hecha para combatir especies en específico que atacan los cultivos, ya sea en tierra o fuera de ella. Según Martínez Valenzuela, en 2018, hay:

- Organoclorados
- Organofosforados
- Carbamatos
- Piretroides
- Neonicotinoides

Esto se denomina una clasificación de acuerdo a la estructura.

Pueden tener varios usos como el control de vectores causados por plagas de animales inicialmente en lugares domésticos y el cuerpo de las personas y en la agricultura principalmente en las plantas que se ven afectadas por las plagas de insectos que azotan las cosechas; otro uso es el industrial.

Cuando se realiza la aplicación de estos compuestos se exponen diferentes fuentes del medio ambiente como la flora y la fauna, ecosistemas lenticos y loticos, los alimentos de origen vegetal en los cultivos y de origen animal que consumen las plantas y frutos expuestos y la exposición directa de las personas cuando lo usan o en el cultivo mientras manipulan las cosechas y por último, cuando se consume los diferentes alimentos expuestos. Al clasificarse como toxicológicos tienen diferentes formas de ingresar al cuerpo por digestión, vía dérmica o absorción en la piel y respiratoria, el cuerpo los distribuye por el sistema sanguíneo y puede expulsarlos por la orina, heces, sudoración y aire exhalado y un porcentaje se aloja en los tejidos grasos o adiposos y glándulas mamarias de acuerdo a diferentes investigaciones que se han adelantado para evaluar la persistencia y retención en especial de los compuestos organoclorados dentro de los seres vivos.

“Los organoclorados son peligrosos ya que no existen en el medio de forma natural, son de invención humana: su persistencia en el tiempo es enorme, porque los seres vivos no disponen de medios para excretarlos y por eso aumentan su concentración al recorrer la cadena trófica” (Torres, 2014)

Los plaguicidas sintéticos fueron usados por primera vez en la Segunda Guerra Mundial para evitar la proliferación de plagas y vectores que acechaban los soldados, esto de acuerdo a la investigación de (Ramírez, 2000) “Uno de los primeros compuestos, el diclorodifeniltricloroetano (DDT) fue sintetizado por Zeidler en 1874...”

Luego fueron usados en los cultivos y distribuidos desde Estados Unidos a todos los países y seguidamente iniciaron las investigaciones para obtener derivados que hoy siguen en el mercado.

El primero y más famoso de ellos fue el DDT. Utilizado por primera vez para matar piojos y mosquitos, se convirtió en un insecticida de uso general y muy utilizado. Muchos otros seguirían y seguirían utilizándose después de que el DDT se restringiera cada vez más desde la década de 1970. Los herbicidas químicos también cambiaron radicalmente en la década de 1940. El principal nuevo fue el 2,4-D, un ejemplo asombroso de descubrimiento simultáneo: cuatro grupos separados, dos en el Reino Unido y dos en los Estados Unidos lo inventaron. (Edgerton, 2011)

Hoy la ciencia expone los efectos en la salud de los compuestos organoclorados ingrediente fundamental hasta hace un poco más de una década para erradicar plagas muy persistentes con más de 30 años de uso en el territorio colombiano, cobro la vida de muchas personas y deterioro la vida de muchos más, aun hoy hay efectos del mismo debido a la gran acumulación en los suelos como en la zona del Caribe colombiano. En el territorio nacional se ha demostrado que Córdoba, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Meta y Casanare entre otros departamentos pueden obtener productos susceptibles de contaminación con organoclorados en la producción de carne y leche de acuerdo con la contaminación ambiental demostrada presentándose transmisión de los compuestos por la cadena trófica, esto teniendo en cuenta estudios del Ministerio de Salud (MINSALUD, 2015) y otros en los que su desuso ha sido un reto para el Estado haciendo pedagogía de los efectos en la salud humana y animal de este compuesto.

Antecedentes de los Plaguicidas Organoclorados en Colombia

De acuerdo con Judith Martínez, investigadora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, en Turipaná, Atlántico, esta región es muy variada en términos de suelos. Manifestó que con el paso de los años y con la intervención de los humanos,

se han identificado suelos que tienen vocación para la agricultura y otros para la ganadería. ...los suelos del Valle del Sinú tienen altos contenidos de arcilla y limos que le dan una condición por un lado de muy buena fertilidad, pero con limitantes por el tema del agua. (Pallarez, 2015)

En la universidad del Valle se adelantó un estudio con tres muestras de suelo dos correspondientes al Valle del Cauca y el tercero a la zona de Córdoba en la que se clasificaron como franco arcilloso muestra de El Carmelo, Valle del Cauca, arcillosos el tomado en el departamento de Córdoba y franco arenoso otra muestra del Valle del Cauca en un lugar diferente de El Carmelo, dentro de este experimento se determinó la capacidad de extracción de plaguicidas organoclorados y organofosforados por el método QuEChERS, (quick, easy, cheap, effective, rugged y safe) con dos tipos de sales Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$) y Cloruro de sodio ($NaCl$) donde se dio como resultado "...para el suelo S2 con textura arcillosa y mayor cantidad de MO, los porcentajes de recuperación fueron más bajos, aunque en un rango aceptable (60-90 %). Las recuperaciones obtenidas para el suelo S2, menores en comparación con S1 y S3, se pueden asociar con su mayor contenido de arcilla (Martínez Lara & Páez Mel, 2017)

La metodología QuEChERS, Se trata de un método de extracción rápido, fácil, barato, efectivo, robusto y seguro" (Muñoz, 2016) es un método que inicialmente fue aplicado en alimentos de origen vegetal como frutas y verduras que han sido contaminadas por la aplicación de plaguicidas durante la siembra, crecimiento, desarrollo y cosecha de cultivos para consumo humano (Anastassiades, Darinka, Schenck, & štajnbaher, 2003)

Según (Montoya, 1996) la alimentación en la zona de Córdoba para los bovinos no ha sido modificada, consiste en soca sorgo fresco, soca ensilada, salvado de arroz y Torta de algodón, lo que se ha venido mejorando es las técnicas de almacenamiento y aprovechamiento de los pastos para las temporadas de sequía. (Viloria-de-la-Hoz, 2005-07) en su libro de trabajo

sobre economía regional, “La economía ganadera en el departamento de Córdoba”, nombra los procesos de ensilaje y henificación para las variedades de clasificados como gramíneas y leguminosas o proteínas de origen vegetal en que se encuentra los diferentes tipos de pastos; estos alimentos son cultivados y procesados en la misma región lo que significa que la contaminación que están tolerando los animales es de la misma zona y de forma reiterada, pero teniendo en cuenta el estudio en San Pedro, Sucre en el que se ha confirmado uso de los plaguicidas hasta 2003 es probable que esto mismo ocurriera en el departamento de Córdoba en los municipio que se produce los pastizales, claro sumado a ello que los Compuestos Orgaoclorados pueden ser transportados por escorrentía, cuerpos de agua en movimiento y transferido de un animal a otro por consumo de carne, leche materna entre otro medios; partiendo de estos dos estudios se podría decir que después de 10 años en estos dos departamentos hay persistencia Compuestos Organoclorados y más aún, trasferencia de los mismos a los seres humanos por vías indirectas en especial por consumo de leche materna, leche de bovinos y productos cultivados en la zona.

Según datos del I.F.A. (ö), en la cosecha de 1963 hubo un registro de siembra de algodón (principal cultivo en la zona de estudio) para Montería de 5.827 hectáreas, (MINHACIENDA, 1970) la geología del suelo según este mismo estudio “El cuaternario del rio Sinú se compone, en general, de material relativamente grueso que el rio deposito a lo ancho del valle mediante desplazamientos laterales (meandros) y de materiales finos, arenas finas, arcillas arenosas...”

Figura 4.

Tipos de pastos utilizados para alimento de bovinos en el departamento de Córdoba
2002

4. Departamento de Córdoba: distribución de área en pastos por municipio, 2002

MUNICIPIO	PASTOS DE CORTE		PRADERA TRADICIONAL		PRADERA MEJORADA TECNIFICADA		AREA TOTAL
	VARIEDAD	AREA (Has.)	VARIEDAD	AREA (Has.)	VARIEDAD	AREA (Has.)	
	PREDOMINANTE	COB. PASTOS	PREDOMINANTE	CUB. PASTOS	PREDOMINANTE	CUB. PASTOS	
SAN ANDRES		0	COLOSUANA	11.680		0	11.680
MONTERIA	CAÑA, KING GRASS	376	ANGLETON	363.200	BRACHIARIA	21.800	385.376
PUERTO LIBERTADOR		0	PUNTERO	23.000	BRACHIARIA	12.000	35.000
PLANETA RICA	CAÑA FORRAJERA	680	COLOSUANA	47.979	BRACHIARIA	65.780	114.439
TIERRALTA	CAÑA FORRAJERA	40	YARAGUA	50.000	BRACHIARIA	48.260	98.300
MOMIL	CAÑA	0	COLOSUANA	0	BRACHIARIA	0	0
SAN ANTERO	CAÑA FORRAJERA	78	COLOSUANA	14.725	ANGLETON	698	15.500
VALENCIA	PASTO ELEFANTE	50	ANGL.-YARAGUA	38.250	BRACHIARIA	3.700	42.000
LOS CORDOBAS	CAÑA KIN GRASS	62	ANGLETON	10.706	BRACHIARIA	20.412	31.180
CANALETE	CAÑA	5	ANGLETON	30.687	BRACHIARIA	2.000	32.692
SAN BERNARDO	CAÑA FORRAJERA	5	ANGLETON	21.505		0	21.510
BUENAVISTA	KINGGRASS	140	YARAGUA	41.000	BRACHIARIA	58.000	99.140
MOÑITOS	CAÑA	0	ANGLETON	0		0	0
CERETE	MAIZ	300	ANGLETON	9.277	ESTRELLA	1.176	10.753
SAN PELAYO	CAÑA Y MAIZ	250	ANGLETON	34.745		0	34.995
PURISIMA	CAÑA	45	COLOSUANA	7.820	BRACHIARIA	468	8.333
PUERTO ESCONDIDO	CAÑA DE AZUCAR	10	COLOSUANA	55.920	BRACHIARIA	2.970	58.900
COTORRA		0	ANGLETON	1.300		0	1.300
CHINU	CAÑA FORRAJERA	145	ANGLETON-KIKUYO	50.994	BRACHIARIA	835	51.974
MONTELIBANO	CAÑA FORRAJERA	25	YARAGUA	49.639	BRACHIARIA	72.497	122.161
PUEBLO NUEVO	CAÑA, KING GRASS	23	COLOSUANA	70.000		0	70.023
LA APARTADA	C.KINGGRASS	11	URIBE CLIMA CUNA	10.782	HUMIDICOLA-DECUMBENS	16.288	27.081
AYAPEL	CAÑA FORRAJERA	35		107.765		87.400	195.200
SAN CARLOS	MAIZ MILLO	40	ANGL.-COLOSUANA	35.140		0	35.180
LORICA	CAÑA FORRAJERA	80	COLOSUANA	65.000		0	65.080
CHIMA	CAÑA FORRAJERA	16	ANGL.-COLOSUANA	18.800		0	18.816
SAHAGUN	KINGGRASS	4.930	KIKUYO-ANGLETON	59.160	BRACHIARIA	9.860	73.950
CIENAGA DE ORO	Millo - Maíz forrajero	210	Admirable, colosuana	27.000	Angleton	21.300	48.510
TOTAL		7.556		1.256.074		445.444	1.709.073

Nota. Adaptado de *La economía ganadera en el departamento de Córdoba*, por Viloria de la Hoz, Joaquín, 2004, (https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-43.pdf).

Investigaciones Contemporáneas

En una finca del municipio de Facatativá, Cundinamarca, se adelantó un estudio sobre la persistencia de compuestos químicos usados en el cultivo de fresa en el año 2015, se

identificaron 15 compuestos de los cuales 9 resultaron ser organoclorados, estos compuestos evaluados hacen parte de los agroquímicos aprobados por resoluciones expedidas por la Autoridad de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Medio ambiente y Desarrollo Territorial, "...algunos presentaron los valores más altos en cuanto al análisis de la persistencia y movilidad en los suelos, y todo ello potencializado por las características físicas del suelo objeto de estudio en donde prevalecen las arcillas que magnifican las posibilidades de adsorción de los ingredientes activos a los coloides del Suelo." (Aguilera Bernal , 2017)

Varios estudios han logrado demostrar la persistencia de los Compuestos Organoclorados en el medio ambiente y de acuerdo al inventario realizado en Colombia sobre cuantificación y diagnóstico de compuestos orgánicos persistentes financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el que se demostró residuos contaminados evidenciando cantidades de estos, el tipo, ubicación y el área afectada de acuerdo al estado actual de los compuestos y la forma de contaminación, que vienen presentando tanto para el medio ambiente como para las personas que se encuentren relacionadas con la ubicación de alguna manera.

"Se encontró que el país tiene 159.812 kg de existencia de DDT almacenado y se estimó que existen 886.29 m3 de suelo contaminado por plaguicidas Compuestos Orgánicos Persistentes COP." (García Ubaque, 2015)

La contaminación se presenta en casos de almacenamiento en bodegas, entierros, canecas expuestas al aire libre tanto plásticas como metálicas, guantes, contenedores de polipropileno entre otros elementos de uso común durante la fumigación con DDT. Este estudio no incluye los suelos en los que fue aplicado para el control de plagas con tanta vehemencia y periodicidad debido a su supuesta efectividad, que al final resulto ser relativa y entre más de esta molécula se usaba, el comportamiento de las cosechas variaba debido al descontrol de otros organismos que

se incorporaban como plagas principales y debían ser controladas con otros plaguicidas que dieron lugar a un sinnúmero de vectores a manejar en el cultivo. Cuando ya parecía que se cerraba el ciclo de control y habían intervenido cada caso que los afectaba, reaparecía la plaga inicial con mayor capacidad de resistencia, lo que suponía el uso de mayor cantidad de producto o químico y este círculo vicioso aún hoy sigue, claro que se supone que los plaguicidas hoy comercializados no contienen compuestos tan tóxicos, ni persistentes como los Compuestos Organoclorados, aunque estudios como el de la finca Las Arenas en Facatativá, demuestra que no es así, y que el cultivo de fresa tiene contaminación de estos residuos, lo que supone aún el consumo de estos compuestos que generan enfermedades del sistema respiratorio, tumores, lesiones internas, daños al sistema nervioso, mutaciones, (Valladarez Carranza, 2018) entre otros, como la posible relación con el cáncer de mama en las mujeres debido a la acumulación de en los tejidos adiposos y la transferencia por lactancia. El DDT y el DDE son contaminantes con actividad estrogénica capaces de inducir efectos adversos para la salud humana. Según la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) son sustancias carcinogénicas (M. Zumbado, 2004)

Objetivo 1. Necesidad de Limpieza

Los estudios y resultados permiten concluir que se hace necesario una intervención en el campo colombiano con la implementación de descontaminación para este tipo de compuestos, además de la cuantificación y reconocimiento previo de la cantidad acumulada de Compuestos Organoclorados, que, aunque la normatividad vigente y las Naciones Unidas han prohibido el uso de estos, hoy siguen presentes en algunos plaguicidas, lo que significa que siguen siendo aplicados y/o que están en los suelos donde se usaron sin control. Al tener esto presente, se entrega este estudio de propuesta para la remediación de terrenos colombianos para la

descontaminación de Compuestos Organoclorados en especial de aquellos que aun hoy son usados para cultivo, pastoreo u otros que se encuentran en descanso, pero por factores como el clima, por medio de la evaporación, escorrentía y otros, están llegando a tierras nuevas y cualquier parte del planeta, ya que se pueden transferir de diferente forma en el medio ambiente.

Reconocidos como: aldrina, HCH, DDT, heptacloro, toxafeno fueron distribuidos y aplicados en muchos países entre esos Colombia y en los que se demostró que en definitiva el uso de compuestos químicos es solo una cortina de humo y que el uso del mismo no es más que transitorio pues la naturaleza de las denominadas “plagas”, artrópodos que resisten año tras año y generación tras generación a extinguirse ante el uso de estos, y aunque la aplicación sea desmedida e irracional no sucumben ni se extinguen, sino que se fortalecen; entonces esto llevo a los agricultores a crear un círculo vicioso en el uso de diferentes compuestos para combatir la primera plaga y disminuir su capacidad destructiva, pero con ello aparecieron plagas secundarias, que eran controladores naturales y así alteraron los ecosistemas, teniendo que luchar con diferentes insectos demandando diferentes compuestos uno para cada plaga y al final ver la plaga principal resurgir pero resistente al compuesto principal, en esta medida se pasó de usar compuestos organoclorados a organofosforados y carbamatos, y mientras tanto la salud pública empeoro, la economía agrícola disminuyó y el medio ambiente inicio el proceso de degradación del que hoy viene siendo víctima por parte de la química y el mal uso que el hombre le da para poder producir la demanda suficiente de alimento por sobrepoblación. Dentro de este momento en la historia de nuestro desarrollo agrario no solo se intoxicaron las personas que producían, trasportaban y daban uso, sino todos, cuando la cadena se cerraba en la alimentación con dichos productos, pues los Compuestos Organoclorados tienen una baja solubilidad en el agua y la capacidad de acumulación en tierra es muy alta, tanto que un estudio de la Universidad de Sucre

y la de Córdoba, (Hernández , V. Vidal, & Marru, 2010) en 2003 confirmo que la leche de los bovinos contiene rastros de Compuestos Organoclorados debido a que son alimentados en parcelas donde anteriormente se usó dichos compuestos de alta acumulación con el uso de Endrin, DDT y Aldrin para los cultivos de algodón en el municipio de San Pedro de Sucre de la que se registró uso de Compuestos Organoclorados hasta 2003, estos compuestos están en la tierra y las plantas o pastizales de la zona por el uso, tiempo y cantidad de los plaguicidas aplicados que han sido sorbidos por el suelo, las plantas y consumidos por las vacas que al no poder digerirlos los acumulan causándoles mutaciones a los embriones o los transfieren por medio de la leche a las crías y a los humanos por el consumo de la misma.

Otro estudio en Montería Córdoba durante 2013, (más de veinte años después de la suspensión de venta y comercialización de plaguicidas con Compuestos Organoclorados) según Legislación de Prohibición para distribución y venta de Compuestos Organoclorados.

(Lans Ceballos & Lombana Gómez, 2018) demostró que hay presencia que superan los LMR (Límite Máximo Residual) recomendado por el Codex Alimentarius en la leche pasteurizada que se comercializa en la región, evidenciando el alto grado de contaminación en los diferentes tipos de alimentos que se les provee a los animales tanto de destinación para productos lácteos como cárnicos y que a través de esta actividad consumen de forma habitual los compuestos químicos retenidos en el suelo, agua, plantas y animales por los años de uso de Aldrin/Dieldrin, Σ Heptacloro/Heptacloro epóxido, Endrin, α -Clordano, γ -Clordano y Endosulfán I.

Marco Normativo

Legislación de Prohibición para distribución y venta de Compuestos Organoclorados:

-Resolución 366 de 1987 y 531, 540, 723, 724 y 874 de 1988 del ICA. Cancelan las Licencias de Venta de los insecticidas Organoclorados que contengan los ingredientes activos: Aldrin, Heptacloro, Dieldrin, Clordano y Canfecloro en su composición. (Ver resoluciones 447/74 y 209/78)

-Decreto 305 de 1988 de la Presidencia de la Republica. Prohíbe la importación, producción y formulación de los productos Organoclorados: Aldrin, Heptacloro, Dieldrin, Clordano y Canfecloro y sus compuestos. Se exceptúa temporalmente Dieldrin y Clordano para uso en madera y queda vigente temporalmente para Canfecloro la licencia que permite su presentación en la mezcla Toxafeno mas Metil Paration en su formulación ultra bajo volumen. (Ver resoluciones 447/74, 209/78, 366/87 y 531, 540, 723, 724 y 874 del 88).)

ICA – Normativa

Y también se cuenta con una ley aprobada recientemente

-Ley 1252 de 2008 del Congreso de la República, por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1443 de 2004 del Ministerio de Ambiente
- Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente
- Resolución 693 del 2007 del Ministerio de Ambiente

Caracterización de los plaguicidas organoclorados - DDT

Aunque los plaguicidas con Compuestos Organoclorado, tienen alta persistencia en el ambiente y alto potencial de biomagnificación, los productos de transformación incrementan la

complejidad de los efectos tóxicos en el ambiente (Darko, Akoto, & Oppong, 2007) , estos productos pueden ser alterados de forma directa e indirecta por las diferentes condiciones ambientales y factores atmosféricos como la retención en el suelo, aumento de la solubilidad acumulación, precipitación y dispersión fuera del área de aplicación. La información disponible, muestra que, en la fase ambiental, estas sustancias alcanzan entre el 75 y el 100 % de su degradación en un tiempo de 4 a 30 años (Sankararamakrihnan, Ajit, & Sanghi, 2005) dependiendo como se menciona del ambiente en el que son aplicados.

Según (Yarto, Gavilán , & Barrera , 2003) , los compuestos contaminantes persistentes presentan las siguientes características:

1. Son altamente tóxicos
2. Son persistentes, es decir, que pueden durar muchos años e incluso décadas antes de degradarse en otras formas menos peligrosas.
3. Se pueden evaporar y viajar grandes distancias por el aire y agua
4. Se acumulan en los tejidos grasos.

Estos compuestos son de dos tipos los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los hidrocarburos aromáticos estos últimos han sido los más resistentes a la degradación, se han usado como apoyo a la agricultura a nivel mundial y lamentablemente fueron creados en una época en donde la sociedad no tenía en cuenta la capacidad toxica de las mezclas y derivados que implementaban para diferentes productos cosas y actividades tanto para el hombre como el ambiente, en su afán de revolucionar el mundo y permitirse obtener todo lo necesario a cualquier costo de los recursos naturales, empleando desde los 40 hasta después del año 2000 derivados clorados que hoy se conservan intactos en nuestros suelos y siendo los “responsables” de múltiples enfermedades en las poblaciones que los consumen de forma indirecta sin consciencia

de dicha contaminación. El DDT hace parte de estos compuestos, ha sido y es objeto de muchos estudios debido a su persistencia en el medio ambiente y su hallazgo en diferentes alimentos de consumo humano tanto vegetales como cárnicos y lácteos, al igual que la leche materna. “Las propiedades químicas del DDT (solubilidad baja en agua, estabilidad alta y semivolatilidad) favorecen su transporte a larga distancia, habiéndose detectado DDT y sus metabolitos en el aire, el agua y los organismos del Ártico. También se ha observado la presencia de DDT prácticamente en todos los programas de vigilancia de sustancias organocloradas y en general se lo considera omnipresente en el medio ambiente de todo el planeta. Se ha detectado la presencia de DDT y sus metabolitos en los alimentos de todo el mundo, y probablemente ésta sea la fuente más importante de exposición de la población general” (L. Ritter, 1995)

Los plaguicidas tienen un Límite Máximo de Residuos (LMR) “...es la concentración máxima de los residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg), que se permite legalmente en los alimentos y los piensos” (ONU - FAO, 2020)

El DDT que es y ha sido el causante de la contaminación ambiental más grande a nivel mundial debido a la volatilidad de su composición hace parte de la larga lista de plaguicidas prohibidos en países y regiones del mundo debido a su estructura, perdurabilidad en el ambiente y alta toxicidad.

La Unión Europea en su sitio web oficial <https://ec.europa.eu/> nos permite encontrar información sobre la legislación, organismos (plantas u otros) modificados genéticamente, fichas técnicas, entre otras y por supuesto el Límite Residual Máximo que se le permite a los alimentos. “La Comisión Europea tiene como objetivo garantizar un alto nivel de seguridad alimentaria y salud animal y vegetal dentro de la UE a través de medidas coherentes de la granja

a la mesa y un seguimiento adecuado, garantizando al mismo tiempo un mercado interior eficaz.”

(UNIÓN EUROPEA, s.f.)

Parte de la simplicidad de la plataforma en cuanto a manejo es poder identificar en cada alimento los límites residual filtrado por nombre y código para un lenguaje más universal, a continuación, en las imágenes No. 3 Límite Residual Máximo permitido para el producto “Leche” de acuerdo a su origen animal, se presentan dos ejemplos, la leche y la carne de bovino los cuales son muy populares y de alto consumo en nuestro país.

Figura 5.

Límite Residual Máximo permitido para el producto “Leche” de acuerdo a su origen animal

1020000	Leche	0,04
1020010	Vacas	0,04
1020020	Oveja	0,04
1020030	Cabra	0,04
1020040	Caballo	0,04
1020990	Otros (2)	0,04

Categoría

Grupo

Subgrupo

Producto principal

Otros

Notas al pie en las que se puede hacer clic

* Indica límite inferior de determinación analítica

Nota. Adaptado de *Unión Europea* [Fotografía], por Comisión Europea, 2008,

(<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=download.MRL>).

Figura 6.

Límite Residual Máximo permitido para el producto “carne” de acuerdo a su origen animal

1011990	Otros (2)	1
1012000	(b) bovino	1
1012010	Músculo	1
1012020	gordo	1
1012030	Hígado	1
1012040	Riñón	1
1012050	Despojos comestibles (distintos del hígado y el riñón)	1
1012990	Otros (2)	1
1013000	(c) oveja	1
1013010	Músculo	1

Categoría Grupo Subgrupo Producto principal Otros Notas al pie en las que se puede hacer clic * Indica límite inferior de determinación analítica

Nota. Adaptado de *Unión Europea* [Fotografía], por Comisión Europea, 2008, (<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=download.MRL>).

Otra base de datos que contiene información es la Unidad de Investigación Agrícola y Ambiental (AERU) de la Universidad de Hertfordshire según la cual el DDT es “Un insecticida obsoleto y prohibido que se usaba para controlar insectos vectores de enfermedades, especialmente la malaria.” (AERU, s.f.)

Se introdujo en Reino Unido en 1944 y se prohibió en 1972 (28 años después) y su límite residual máximo esta tomado de la Base de datos del Unión Europea

Aprobado para su uso (✓) o conocido para su uso (#) en los siguientes Estados miembros de la UE-27:

Tabla 1.*Países en los que se ha prohibido el DDT*

Austria (AT)	España (ES)	Letonia (LV)
Bélgica (BE)	Finlandia (FI)	Malta (MT)
Bulgaria (BG)	Francia (FR)	Países Bajos (NL)
Chipre (CY)	Croacia (HR)	Polonia (PL)
República Checa (CZ)	Hungría (HU)	Portugal (PT)
Alemania (DE)	Irlanda (IE)	Rumania (RO)
Dinamarca (DK)	Italia (IT)	Suecia (SE)
Estonia (EE)	Lituania (LT)	Eslovenia (SI)
Grecia (EL)	Luxemburgo (LU)	Eslovaquia (SK)

También el Codex Alimentarius que hace parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) tiene una base de datos que especifica los Límites Máximos Residuales de los pesticidas y “los límites máximos de residuos extraños adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius hasta su 42 ° período de sesiones (julio de 2019) inclusive”. (FAO, 2019)

Figura 7.

Límite Máximo Residual insecticida DDT según el Codex Alimentarius de la FAO

21 - DDT 				
Clase funcional: Insecticida				
Mercancía	LMR	Año de adopción	Símbolo	Nota
 Zanahoria	0,2 mg / kg	1997	mi	
 Granos de cereal	0,1 mg / kg		mi	
 Huevos	0,1 mg / kg	1997	mi	
 Carne (de mamíferos distintos de los mamíferos marinos)	5 mg / kg	2001	(grasa) E	LMRE: 1-5 mg / kg
 Leches	0,02 mg / kg	1997	F E	
 Carne de ave	0,3 mg / kg	2003	(grasa) E	LMRE: 0,1-0,3 mg / kg

Nota. Adaptado de *La Organización para la Agricultura y la Alimentación* [Fotografía], por FAO, 2019 (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/>).

Actividades de reducción, prevención y mitigación de contaminación al suelo

Métodos para la descontaminación de suelos

De acuerdo al tipo de contaminante, cantidad y fuente se aplican tres técnicas: Según “(Ibarraran Diaz, Arcos Serrano, Izacapa Treviño, & Fernandez Villagomez, 1996)”

- Técnica de inyección directa
- Técnica de extracción por solventes
- Técnicas mediante microorganismos para degradación de contaminantes orgánicos

Dentro de las técnicas más conocidas esta la fitodegradación en la que “...las plantas y los microorganismos asociados a ellas degradan los contaminantes orgánicos en productos inofensivos, o bien, mineralizarlos hasta Dióxido de Carbono CO₂ y agua H₂O” (Delgadillo López, González Ramírez, Prieto García, Villagómez Ibarra, & Acevedo Sandoval, 2011)

A continuación, vamos a indicar algunos métodos de descontaminación:

Fitorremediación: La descontaminación mediante especies vegetales que se le denomina como Fitorremediación es posible utilizarla en agua, aire y suelo, esta tecnología ha sido acogida

debido a su sustentabilidad propone según (Núñez López, Meas Vong, Ortega Borges , & Olguín, 2004) “reducir in situ la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua, y aire, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a su sistema de raíz que conducen a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de los diversos tipos de contaminantes”

Esta tecnología se hace de acuerdo al tipo de contaminante, tierra y clima del lugar ello permite poder aplicar la especie adecuada que genere la mayor descontaminación posible.

Hay distintos tipos de plantas las cuales tienen diferente capacidad tanto en cantidad, tiempo de absorción y tipos de contaminantes. Hay diferentes tipos de individuos, algunos con más capacidad de recolección cuando se trata de metales pesados, se les ha denominado como hiperacumuladores.

Ingeniería genética: La ingeniería genética aparece en el siglo XIX debido a la alta demanda de cultivos y diversidad de los mismos para consumo directo o indirecto; por lo que se ha requerido la implementación de técnicas con consecuencias altamente negativas como es la fumigación con organoclorados, la deforestación de bosques completos en busca de tierras nuevas para cultivar o sembrar pastizales, el desvío de fuentes hídricas o la creación de embalses, quemas para “limpieza” de terrenos, construcción y asentamiento de poblaciones, todo esto concluye en el desplazamiento de fauna y extinción de ecosistemas completos además de la inclusión de especies nuevas que a la larga se vuelven invasoras; es aquí donde la genética ha resultado ser más efectiva debido a que se modifican los individuos para que no se reproduzcan y sean más efectivos en su labor, pero se debe tener en cuenta que no todas las plantas pueden ser sometidas a estas modificaciones debido a su biomasa “...la ingeniería genética permite

transferir y sobreexpresar los genes de bacterias, levaduras o animales que promueven la hiperacumulación en ciertas plantas que tienen una gran biomasa.” (Delgadillo López, González Ramírez, Prieto García, Villagómez Ibarra, & Acevedo Sandoval, 2011) también presentan algunas plantas que a continuación se nombran empleadas para esta técnica Fitocorrectiva en las que se indica el elemento que acumulan:

1. *Thlaspi caerulescens* (Cd)
2. *Sedum alfredii*, *Viola baoshanensis* y *Vertiveria zizanioides* (Zn, Cd, Pb)
3. *Aeollanthus biformifolius* y *Haumaniastrum robertii* (Ni)
4. *Brassica júncea*, *Helianthus annuus*, *Sesbania drummondii* (Pb)
5. *Brassica napus* (Cu, Pb, Zn)
6. *Pistia stratiotes* (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) entre otras

La genética convencional está enfocada en optimizar la planta para que se desarrolle en cualquier ambiente, soporte algunos factores diferentes a los que naturalmente no lo haría como unos grados más altos o más bajos de temperatura, también para resistir a fenómenos meteorológicos y por supuesto a dar frutos con una mejor apariencia, tamaño, texturas, olor, color y todas estas cualidades que hacen más atractivos los alimentos. De esta misma manera se han optimizado los microorganismos para la degradación, absorción y acumulación de los diferentes compuestos que afectan de forma negativa los suelos de esta forma según (Lopez Martinez, Gallegos Martinez, & Perez Flores, 2005) se cumple la biodegradación, que se refiere al proceso natural por el cual las bacterias u otros organismos vivos alteran y convierten moléculas orgánicas en otras sustancias menos tóxicas como ácidos grasos y dióxido de carbono CO₂. Algunos ejemplos recientes son:

- (i) La biodegradación del fenantreno por raíces de avena y por comunidades nativas del suelo
- (ii) La biodegradación del pireno por *Festuca arundinacea* y *Panicum virgatum* L., donde se utilizó carbono marcado para observar la transformación, la distribución y el destino final del contaminante

Biorremediación: Biorremediación microbiana esta técnica también depende de la ingeniería genética. La ciencia ha logrado beneficiarse de microorganismos como las bacterias estas en la historia han sido las más empleadas en diferentes procesos, pero más aun dentro de la Biorremediación también se han empleado otros microorganismos como hongos, algas, cianobacterias y actinomicetes para la degradación de compuestos tóxicos en el suelo.

Recolección de envases agroquímicos: En Colombia la Resolución 1675 del 2 de diciembre de 2013, expedida por el Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por medio de la cual se instauran las condiciones para realizar los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Plaguicidas.

Según (MINAMBIENTE, 2020) “se tienen aprobados 138 planes de pos consumo de residuos de plaguicidas, de estos, 123 tienen un operador logístico para la recolección, transporte y disposición final y 15 realizan estas actividades de forma independiente”

Las organizaciones que realizan esta actividad más reconocidas en el país son:

- Bioentorno.
- Corporación Campo Limpio.
- Aprovet.
- Colecta.

También se resaltan las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) que realizan las jornadas de forma periódica, en Colombia se cuenta con 854 puntos de recolección y 71 de acopio según MINAMBIENTE, que se encuentra enmarcado en la Ley 1252 de 2008.

Plaguicidas botánicos: Hoy gracias a la conciencia social que viene incrementado sobre las consecuencias de los compuestos sintéticos, sus efectos, pero además la idea de la acumulación en el medio ambiente y más aún en los organismos vivos viene generando una revolución social en la que se busca consumir alimentos sanos, libres de residuos de algún tipo en especial de origen sintético.

En Cuba se desarrolló una investigación sobre dos tipos de plaguicidas de origen natural y su eficacia sobre el áfido *Carolinaia cyperi* Ainslie, los compuestos usados fueron:

1. Nicotiana tabacum L. con Allium sativum L. (Tabaco y ajo)
2. Follaje de Melia azederach L.(Yerbabuena)

De lo que (MSc. Rievra Amita, Téc. Carballo Guerra, Téc. Milanés Figueredo, Ing. Ramos Galvez, & Oraa Velazco, 2003) concluyeron que “Los plaguicidas vegetales pierden su efecto pronto, por lo que deben ser aplicados en el momento de su preparación y más frecuentemente que los químicos, su efecto y contenido de los ingredientes activos dependen, entre otros factores, de la especie, época de recolección y variedad de la planta, influencia ambiental (clima, suelo), forma de preparación, extracción y aplicación de estos productos. Estos mismos autores plantearon que aún no se conoce el modo exacto de aplicación de los plaguicidas vegetales” y además también indican que se requirieron hasta 6 aplicaciones para hacer totalmente efectivo contra la plaga; un plaguicida de tipo piretroide que es sintético se utiliza para el control de plagas de tipo áfidos y de acuerdo a (LAINCO S.A, 2000) debe tenerse en cuenta el tipo de cultivo y las aplicaciones son con intervalos de mínimo 3 días hasta 35 días,

concluyendo que los plaguicidas sintéticos también requieren más de una aplicación para la debida exterminación y/o control de la plaga.

Control biológico: También existen otras formas de controlar plagas y es a través de especies depredadoras “En general dentro de los depredadores de pulgones, destacan larvas y adultos de neurópteros (*Chrysoperla carnea* y *Chrysopa formosa*), Coleópteros coccinélidos (*Coccinella septempunctata*), larvas de Dípteros y varios Himenópteros. Dentro de los entomopatógenos destaca el hongo patógeno *Verticillium lecanii*” (AGRI nova Science, 2005)

A nivel internacional: La Organización de Naciones Unidas- ONU, dentro del Programa Inter-Organizaciones para el Manejo Seguro de Productos Químicos (IOMC) fue establecido en 1995, estableció el Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas, para entregar a todos los países participantes las Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas.

Esta directriz brinda orientaciones para el manejo de los envases de uso único después del uso de sus contenidos. A menos que los envases de plaguicidas sean manejados correctamente, son peligrosos para los seres humanos y para el medioambiente (ONU, 2008)

Objetivo 2: Propuesta de implementación para descontaminación del suelo

La descontaminación es necesaria teniendo en cuenta que cada vez que consumimos un alimento esta contaminación ingresa a nuestro cuerpo y se acumula bocado tras bocado, es por ello que se ha elegido este método para una posible remediación al problema al alcance de los agricultores del campo colombiano en los que se den condiciones de cierta pendiente y agua necesarios para aplicar el método.

Este método que se propone es un lavado de suelo in situ. Se pretende que una vez sea distribuido en el lugar se espera que los canales de transporte al interior del suelo se pongan en

marcha, procesos como la infiltración y/o escurrimiento, descomposición química o biológica, lixiviación y adsorción, esta última depende del Koc (coeficiente de adsorción de carbono orgánico) y de acuerdo a la permeabilidad del suelo es posible obtener una buena penetración realizándose el lavado pero esto es específico para cada plaguicida, ya que de acuerdo a su composición (en este caso organoclorados) la capacidad de fijación del compuesto sintético en la materia orgánica del suelo al presentarse se impide el transporte de estos a los diferentes cuerpos de agua ya sea que estén la superficie terrestre o en el subsuelo pero como se ha demostrado por múltiples investigaciones esta cualidad permite que se presente el fenómeno de acumulación y en coadyuva de factores meteorológicos y altitud que condicionan el clima, la temperatura, retención de agua, otros químicos fertilizantes, cambio de pH, su composición como ecosistema mega diverso, etc., iniciándose la degradación donde la desertización y pérdida de la diversidad del suelo por tal motivo es fundamental la aplicación de métodos de recuperación de plaguicidas no desaparecen, no se disuelven ni se descomponen en cambio contaminan este ambiente y para ello se propone la Extracción con Fluidos Supercríticos (EFS) en el que el dióxido de carbono supercrítico (CO₂ SC) es el solvente más usado debido a su baja toxicidad, baja inflamabilidad, temperatura y otras condiciones, (CO₂SC) es empleado como fase extractante a 35 °C y 14 MPa adicionando 10 mL de cada cosolvente este último debe ser adicionado pues el Solvente tiene baja polaridad por tanto la capacidad de extracción de los contaminantes es limitada este se debe aplicar en un medio acuoso con el fin de eliminar por disolución los contaminantes solubles, en este caso se aplica el metanol como cosolvente el cual permite la remoción debido a la alta polaridad. (Forero, Castro, & Guerrero, 2009)

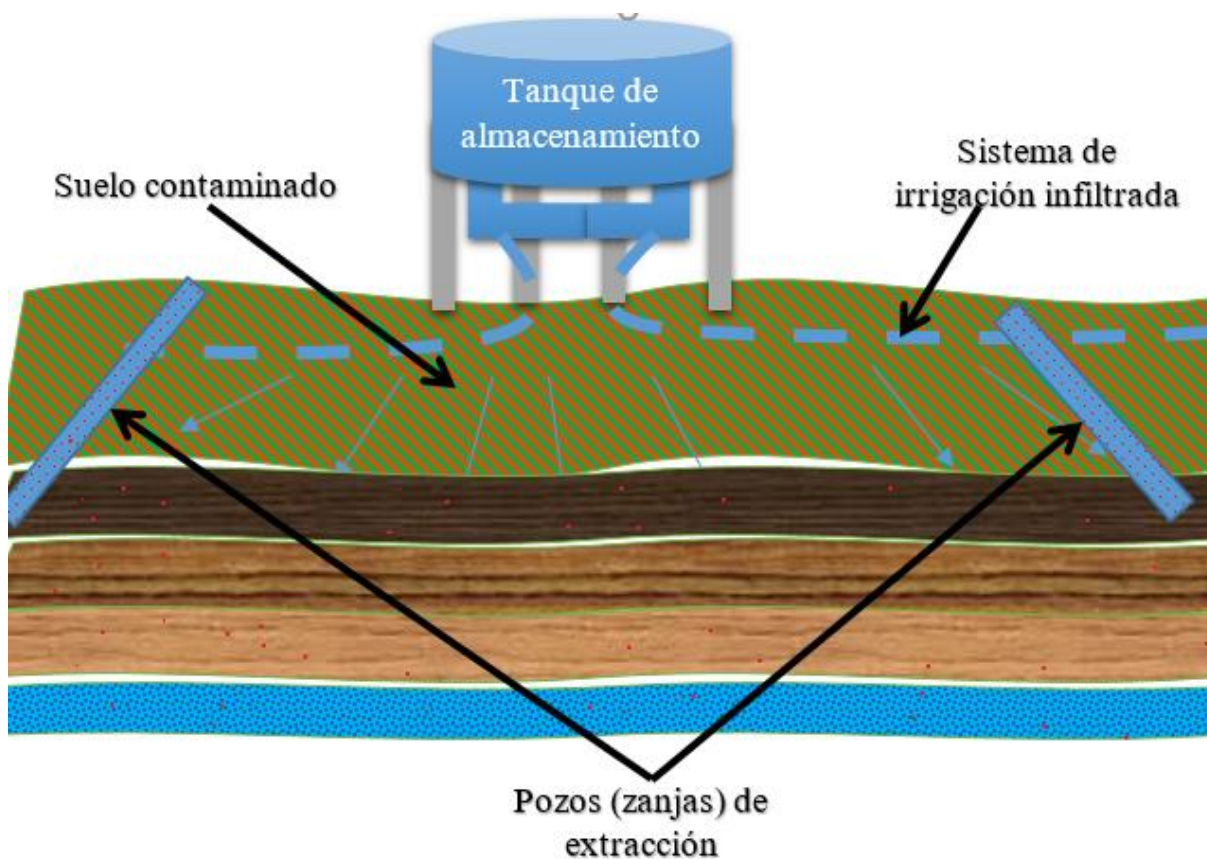
Para este proceso se requiere: (cantidades encontradas en un experimento ex situ)

- agua

- dióxido de carbono supercrítico (CO₂SC) como solvente
- 10 ml metanol (MeOH), como cosolvente
- 10 gr de suelo contaminado
- Tanque de almacenamiento de agua
- Sistema de infiltración de riego (tubo o manguera pvc)
- para la extracción tanques plásticos
- Motobomba
- Canales plásticos
- Estructura para el tanque de almacenamiento
- mano de obra
- herramienta de labranza de la tierra (palin y pala)
- herramienta de medida

Nota: El fluido o disolvente más utilizado en la SFE es el CO₂, debido a que, entre otras cosas, es no inflamable, inocuo y económico, y por encima de su punto crítico se convierte en un potente disolvente; éste es muy útil para extraer analitos no polares, pero ello supone una limitación cuando lo que se quiere extraer son compuestos más polares, en cuyo caso se deben introducir modificadores como el agua, el metanol o la acetona, que aumentan la polaridad y mejoran el rendimiento de la extracción. (Ruiz, 2018)

Descripción de insumos: La cantidad de agua varía de acuerdo a la extensión del terreno y la permeabilidad del suelo, se realiza el riego de agua por medio de zanjas y/o pozos y al final del terreno se requieren zanjas o pozos más hondos de los que se extrae mediante unas motobombas el agua contaminada. El tanque se requiere para poder aplicar el solvente y cosolvente y distribuirlo en el terreno.

Figura 8.*Lavado de suelo*

Nota. Imagen del método propuesto. Para realizar la limpieza de suelos contaminados con compuestos organoclorados acumulados a través de los años de uso de plaguicidas con alta persistencia.

El cosolvente que es el elemento que atrae el compuesto organoclorado funcionando como un imán es proporcional al suelo por 10gr de suelo se ha determinado la necesidad de aplicar 10ml de cosolvente (metanol).

En esta técnica se presenta la adsorción durante esta fase los compuestos de os plaguicidas organoclorados son atraídos y absorbidos similar al proceso que hace el mercurio con el oro, estos Fluidos supercríticos, dióxido de carbono y metano, en donde el primero se designa como absorbato el CO₂ y el segundo adsorbente que es CH₄; esa atracción es muy

particular y aunque es común entre diferentes elementos en la naturaleza también se da con los sintéticos la adhesión de los átomos de aniones en donde el metanol es un catión y tiene la capacidad de absorber el anión de cloro, por tanto se evidencia que el proceso es de tipo eléctrico, los iones de una sustancia se concentran en una superficie como resultado de la atracción electrostática en los lugares cargados de la superficie. Para dos absorbato iónicos posibles, a igualdad de otros factores, la carga del ion es el factor determinante en la adsorción de intercambio. Para iones de igual carga, el tamaño molecular (radio de solvatación) determina el orden de preferencia para la adsorción. (Rodríguez Rodríguez, 2007)

Implementación: Para logra llevar acabo esta técnica de descontaminación es necesario que antes de implementar el proceso se evalúen las condiciones del suelo y como mencionamos también los factores meteorológicos y de altitud ello implica un estudio del predio a intervenir en donde se identifique los contaminantes existentes por área, la profundidad de estos y un aproximado de la cantidad, de esta manera se podrá aplicar las cantidades necesarias con una mayor precisión haciendo más efectiva la técnica del riego para el lavado. También es indispensable que se desarrollen pruebas en un laboratorio de forma ex situ tratando de recrear las condiciones que se presentan en el terreno a intervenir de esta forma se podrá verificar que el proceso sea efectivo o si se debe hacer un cambio de cosolvente. Por otro lado, también se deben ajustar las cantidades pues la permeabilidad del suelo es una cualidad que puede favorecer o no el proceso teniendo en cuenta que ello depende de la atracción que se presenta entre un compuesto y otro y la carga eléctrica de los mismos. Al ser una remediación química del suelo, recomiendo el uso de este proceso el cual se hace necesario para mejorar nuestra calidad de vida en lo posible debería ser implementado por el Estado en asocio con campesinos ya que se debe

tener un laboratorio y también el momento en donde el dióxido de carbono se presenta como fluido supercrítico requiere de un proceso previo y se aplica con el agua.

Conclusiones

De acuerdo a la investigación que se realizó sobre el uso de compuestos sintéticos se logra evidenciar la existencia de los residuos de plaguicidas organoclorados y sus efectos por el uso y abuso en la aplicación en los diferentes cultivos durante mas 63 años en los suelos colombianos

Este estudio muestra también a través de los diferentes autores referenciados que realmente no es necesario el uso de plaguicidas y que hoy contamos con la tecnología necesaria para controlar las plagas sin utilizar compuestos sintéticos

A través del método propuesto para la descontaminación se demuestra que la producción de alimentos libres de compuestos sintéticos es posible y que las diferentes alternativas para la prevención en el consumo de plaguicidas de forma indirecta se pueden mitigar con la aplicación de la Extracción con Fluidos Supercríticos.

Recomendaciones

Nuestra vida depende de la salud y esta a su vez del medio ambiente en que estamos, es por ello que considero importante el suelo pues la Tierra como planeta tiene vida gracias a este y nos permite gozar de un breve momento en su longeva existencia que podría ser más que milenaria si dejamos de pensar en nuestro beneficio y pensamos en un todo. Los plaguicidas sintéticos no pueden seguir siendo la solución a nuestra necesidad de alimento, es necesario implementar métodos y utilizar productos amigables y a su vez restauradores del daño ya causado.

Todos nos afectamos cuando el aire y el agua se contaminan, entonces, ¿por qué asumimos que es diferente con el suelo si todo proviene de allí?, parece que su color nos hace creer que todo lo que recibe simplemente desaparece y aunque los plaguicidas sintéticos dejan de verse no significa que no estén; conscientes e inconscientes de estos productos, los consumimos a diario desde 1940 y de nosotros depende no seguir desmejorando nuestra calidad de vida, aplicando métodos como el que se recomienda y cualquiera que fuese necesario para poder limpiar nuestros suelos.

Como persona (madre, hija, esposa, amiga) veo la necesidad de consumir alimentos sanos y saludables, y me preocupo a diario por elegir productos limpios externa e internamente, en especial libres de compuestos sintéticos químicos microscópicos que además tiene como defecto la bioacumulación dentro de nosotros.

Como Ingeniera Ambiental he encontrado que hay técnicas y métodos que permiten que los agricultores puedan producir alimentos libres de Compuestos Organoclorados con la posibilidad de cosechar lo mismo sin afectar la calidad a la que nos hemos acostumbrado y

realzando las cualidades de seguridad y valor nutritivo que no tenemos en cuenta cuando vemos un producto en la góndola.

Se puede seguir viviendo hasta donde el cuerpo resista, pero y si logramos evitar situaciones que propendan por una vida longeva y proponemos al mundo y a todos sus habitantes en cada una de sus actividades mejores formas de hacerlas y ser más amigables con el ambiente; es probable que la calidad de vida dure más y mejor, se trata de vivir mejor porque vivir más si se puede.

La educación ambiental es base fundamental en la sociedad, y es que se trata de entregar herramientas para mejorar, mitigar y resarcir lo que nuestro paso por este mundo causa, porque, aunque no lo sentimos nosotros recibimos eso que le damos al planeta, “cosechas más rápidas, frutos más grandes, colores más vivos, frutos más longevos igual a más daño al organismo y prontitud de deterioro del mismo”

Opciones sí hay, pero debemos todos exigir los cambios para poder mejorar nuestro medio ambiente, es posible alimentarnos mejor y de forma saludable si nos decidimos a no usar agroquímicos, a no venderlos y a enseñar formas para quitar estos tóxicos de los suelos.

Referencias

- Rodríguez Rodríguez, Y. (x de X de 2007). *Estudio preliminar de la adsorción de los iones Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} utilizando como adsorbentes ceniza de bagazo de caña y arcilla*. Santa Clara: Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Yaset_Rodriguez-Rodriguez/publication/335920742_Estudio_preliminar_de_la_adsorcion_de_los_iones_Zn2_Cu2_y_Ni2_utilizando_como_adsorbentes_ceniza_de_bagazo_de_cana_y_arcilla_natural/links/5d839b64458515cbd1998dc1/Estudi
- AERU. (s.f.). *Unidad de Investigación Agrícola y Ambiental*. Recuperado el 05 de 01 de 2021, de PPDB: Base de datos de propiedades de plaguicidas: www.herts.ac.uk/aeru
- AGRI nova Science. (12 de Nov. de 2005). *INFOAGRO.COM*. Recuperado el 2020, de *INFOAGRO.COM*: <https://www.infoagro.com/hortalizas/pulgones.htm>
- Aguilera Bernal , D. (09 de Diciembre de 2017). Análisis del comportamiento de persistencia en suelos de agroquímicos usados en cultivo de fresa en Facatativá Cundinamarca. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16946/AguileraBernalDianaKatherine2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anastassiades, M., Darinka, š., Schenck, F., & štajnbaher, D. (2003). Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce. *AOAC INTERNATIONAL*, VOL. 86, NO. 2. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/10779925_Fast_and_Easy_Multiresidue_Metho

- d_Employing_Acetonitrile_ExtractionPartitioning_and_Dispersive_Solid-Phase_Extraction_for_the_Determination_of_Pesticide_Residues_in_Produce
- COMISION EUROPEA. (2008). *Unión Europea*. Recuperado el 15 de 12 de 2020, de <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=download.MRL>
- Darko, G., Akoto, O., & Oppong, C. (2007). Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana. *Chemosphere*, 2. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.02.052>
- Delgadillo López, A., González Ramírez, C. A., Prieto García, F., Villagómez Ibarra, J. R., & Acevedo Sandoval, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 4. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-04622011000200002&script=sci_arttext
- Deogracias Ortiz, M., Yañez Y., L., & Diaz Barriga, F. (2001). *Comportamiento Ambiental del DDT y de la Deltametrina*. San Luis Potosi, Mexico: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de http://www.cvirtual1.uaem.mx/observatorio/cen_documento/articulos/art_toxi_2001.pdf
- Edgerton, D. (2011). The Shock Of The Old: Technology and Global History since 1900. En D. Edgerton, *The Shock Of The Old: Technology and Global History since 1900* (pág. 162). Londres: Libros de perfil. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IdVGikvzIH0C&oi=fnd&pg=PR13&dq=dt+history+originality&ots=ZylDxDh0AW&sig=xwRyU6B3A8GZVsYh8dmf0_0isnw#v=onepage&q=DDT&f=false

- Escarola. (22 de 12 de 2021). *Escarola - Alimentación consciente*. Obtenido de Escarola:
<https://www.escarola.co/producto/arroz-organico-blanco-1000-gramos/>
- FAO. (2019). *La Organización para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado el 15 de 12 de 2020, de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/>
- FAO. (07 de 01 de 2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq2/es/>
- FEDEARROZ. (2019). *Consumo de Arroz en Colombia*. Bogotá: DANE. Recuperado el 25 de 02 de 2021, de <http://www.fedearroz.com.co/new/consumo.php>
- FEDEARROZ. (04 de 01 de 2021). *Federacion Nacional de Arroceros*. Obtenido de FEDEARROZ: <http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>
- Fernández, J. R. (1988). Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México. *Revista de cultura científica UNAM*.
- Fernícola, N. A. (1985). *TOXICOLOGIA DE LOS INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS*. Bel Of Sanit Panam. Panama: N/. Obtenido de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/16966/v98n1p10.pdf?sequence=1>
- Forero, J. R., Castro, H. I., & Guerrero, J. A. (2009). Extracción de plaguicidas en suelo empleando dióxido de carbono supercrítico-cosolventes. *Revista Colombiana de Química*, 230. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3090/309026682007.pdf>
- García Ubaque, C. (2015). *Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/issue/view/643/82>
- Hayes, W. J. (1991). *Chlorinated hydrocarbons insecticides*. San Diego: Lawes ER. Obtenido de <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=391§ionid=42069862>

- Hernández , M., V. Vidal, J., & Marru, J. (29 de Noviembre de 2010). Plaguicidas organoclorados en leche de bovinos suplementados con residuos de algodón en San Pedro, Colombia. *Revista de Salud Pública* , 6. Obtenido de <https://www.scielo.org/pdf/rsap/2010.v12n6/982-989/es>
- Herrera Rojas, G., & Polanco Rodriguez, H. (1995). Los plaguicidas utilizados en los últimos cuarenta y cinco años en Colombia. *Agronomia colombiana*, 2. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28041>
- Ibarraran Diaz, C. M., Arcos Serrano, M. E., Izacapa Treviño, C., & Fernandez Villagomez, G. (1996). *Tecnología de Tratamiento para la Descotamiación de suelos*. Mexico: Centro Nacional de Prevencion de Desastres. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Marzo2004/pdf/spa/doc11850/doc11850-a.pdf>
- L. Ritter, K. S. (1995). *CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES: Informe de evaluación sobre: DDT, aldrina, dieldrina, endrina, clordano, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos*. Canada : Canadian Network of Toxicology Centres . Obtenido de http://chm.pops.int/portals/0/docs/from_old_website/documents/background/assessreport/sp/ritters2.pdf
- LAINCO S.A. (2000). *Laidan Inscetida Piretroide*. Barcelona: lifescientific. Obtenido de https://lifescientific.com/wp-content/uploads/LAIDAN_5L-ES_LEAF-WEB_V3.pdf
- Lans Ceballos, E., & Lombana Gómez, M. (2018). Residuos de pesticidas organoclorados en leche pasteurizada distribuida en Montería, Colombia. *Salud Pública*, 2. Obtenido de <https://doi.org/10.15446/rsap.V20n2.51175>

- Lopez Martinez, S., Gallegos Martinez, M. E., & Perez Flores, L. J. (2005). Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v21n2/0188-4999-rica-21-02-91.pdf>
- M. Zumbado, M. G.-B. (2004). Exposición inadvertida a plaguicidas organoclorados (DDT y DDE) en la población de las Islas Canarias. *Ecosistemas*, 7. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/200-393-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/200-393-1-SM%20(1).pdf)
- Martínez Lara, J. M., & Páez Mel, M. I. (2017). Diseño de experimentos aplicado en la optimización del método de extracción QuEChERS para la determinación de plaguicidas organoclorados y organofosforados en suelos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 4. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2017.33.04.02>
- Martínez Valenzuela, C., Waliszewski, S., Gómez A., S., Calderón V, C., Zenteno G., E., Amador M., O., . . . Castro, G. (0 de abril de 2018). Efecto de los Plaguicidas sobre la salud humana. Sinaloa, Sinaloa, Mexico. Obtenido de Efecto de los Plaguicidas sobre la salud humana
- MINAMBIENTE. (2006). *Consolidación del inventario de plaguicidas COP*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá - Colombia: N/A. Obtenido de https://quimicos.minambiente.gov.co/images/COP/plaguicidas/inventario_de_plaguicidas.pdf
- MINAMBIENTE. (19 de 12 de 2020). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/581-plantilla-asuntosambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-50>

MINHACIENDA. (1970). INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" , Cordoba.

Monteria : N/A. Obtenido de <https://edepot.wur.nl/492873>

MINSALUD. (2015). *Documetos de Evaluación de Riesgos*. MINISTERIO DE SALUD Y

PROTECCIÓN SOCIAL. Bogotá: N/A. Obtenido de

<https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Publicaciones%20ERIA%20y%20Plaguicidas/PERFIL%20ORGANOCOLORADOS.pdf>

Miranda, A. L. (2015). *Determinación del perfil Hepático y Colinesterasa en agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la comunidad Corazón de Jesús de la Parroquia San Luis del Cantón Riobamba*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4618>

Montoya, L. C. (1996). Alimentación de novillas con soca de sorgo ensilada y suplementos proteicos. *Livestock Research for Rural Development*, 2. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd8/2/sorgo.htm>

MSc. Rievra Amita, M. M., Téc. Carballo Guerra, T. C., Téc. Milanes Figueredo, M., Ing. Ramos Galvez, R., & Oraa Velazco, R. A. (2003). Efecto de plaguicidas de origen botánico sobre el áfido *Carolinaia cyperi* Ainslie. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 8(3), 0 - 0. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962003000300009&script=sci_arttext&tlng=en

Muñoz, R. C. (2016). *Estudio comparativo de técnicas de extracción para la determinación de micotoxinas en alimentos*. España: Jaén: Universidad de Jaén. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10953.1/2401>

Núñez López, R. A., Meas Vong, Y., Ortega Borges, R., & Olguín, E. J. (2004).

Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. *Ciencia*, 1. Obtenido de

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53300541/Fitorremediacion.pdf?1495929592=&res](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53300541/Fitorremediacion.pdf?1495929592=&response-content-)

[ponse-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53300541/Fitorremediacion.pdf?1495929592=&response-content-)

[disposition=inline%3B+filename%3DFitorremediacion.pdf&Expires=1603678440&Sign](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53300541/Fitorremediacion.pdf?1495929592=&response-content-)

ature=Ym8jhnaw6c-M9NtteYd8caVxjfGuNlo6uAzXWHCqkpQ0dJ1Ep1Ri210ndDfao05~bHfhHupwgoY

OMS. (1992). *Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura*.

Organización Mundial para la Salud. Ginebra: World Health Organization. Obtenido de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39175/9243561391_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39175/9243561391_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

&isAllowed=y

ONU - FAO. (30 de 03 de 2020). *Organizacion de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de [http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-](http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-)

[sources/maximum-residue-](http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/es/#:~:text=Un%201%C3%ADmite%20m%C3%A1ximo%20de%20residuos,los%20alimentos%20y%20los%20piensos.&text=En%20algunos%20pa%C3%ADses%20o%20regiones,%22niveles%20m%C3%A)

limits/es/#:~:text=Un%201%C3%ADmite%20m%C3%A1ximo%20de%20residuos,los%20alimentos%20y%20los%20piensos.&text=En%20algunos%20pa%C3%ADses%20o%20regiones,%22niveles%20m%C3%A

Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-bt563s.pdf>

Pallarez, M. (09 de Noviembre de 2015). Tipos de suelos y formas de tratarlos a favor de la ganadería. *CONtexto ganadero*, pág. 1. Obtenido de

[https://www.contextoganadero.com/reportaje/revisada-tipos-de-suelos-y-formas-de-](https://www.contextoganadero.com/reportaje/revisada-tipos-de-suelos-y-formas-de-tratarlos-favor-de-la-ganaderia)

- Ramírez, J. A. (11 de 10 de 2000). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición. Barcelona, Barcelona, España. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36420187/216.pdf?1422398764=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPlaguicidas_clasificacion_uso_toxicologi.pdf&Expires=1610935286&Signature=LB30xZ48FTum~Te9qr2sJpZtqp~o2ekLcuOwoLEotecN6TioEA5Rsf0oT98~9Aol
- Ruiz, J. L. (2018). *Analisis de pesticidas en muestras de alimentos: Tratamiento de la muestra y determinación por LC y GC acopladas MS*. España: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. Obtenido de <http://espacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Jlespinosa>
- Sankararamakrihnan, N., Ajit, K., & Sanghi, R. (2005). Organochlorine and organophosphorous pesticide residues in ground water and surface waters of Kanpur, Uttar Pradesh, India. *Environment International*, 117. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.08.001>
- Torres, P. D. (18 de Agostos de 2014). El cero papel como respuesta de responsabilidad social en las empresas Aseguradoras. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/12653>
- UNIÓN EUROPEA. (s.f.). *Comisión Europea*. Recuperado el 12 de 12 de 2020, de Union Europea: <https://ec.europa.eu/>
- Valladarez Carranza, B. (2018). *Intoxicación por organoclorados*. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70369/secme-11840_1.pdf?sequence=1

Varona, M. E., Díaz, S. M., Briceño, L., Sánchez-Infante, C. I., Torres, C. H., Palma, R. M., . . .

Idrovo, A. J. (2016). Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia. *Revista de Salud Pública* , 617-629. Obtenido de <https://www.scielosp.org/article/rsap/2016.v18n4/617-629/es/>

Viloria de la Hoz, J. (2004). *La economía ganadera en el departamento de Corodoba*. Cartagena de Indias: Banco de la Republica Cartegena de Indias. Obtenido de https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-43.pdf

Viloria-de-la-Hoz, J. (2005-07). *La economía ganadera en el Departamento de Córdoba*. Bogotá: Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de <https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/337/?sequence=1>

Yarto, M., Gavilán , A., & Barrera , J. (2003). El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y sus implicaciones para México. *Gaceta Ecológica*, 2 (69). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ElConvenioDeEstocolmoSobreContaminantesOrganicosPe-2884406%20.pdf